

Sami Kokko

Toimintamalli ilmanvaihdon puhdistustöihin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työjohto

Opinnäytetyö

27.11.2017

Tekijä Otsikko	Sami Kokko Toimintamalli ilmanvaihdon puhdistustöihin
Sivumäärä Aika	20 sivua 27.11.2017
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaaja	lehtori Seppo Innanen
<p>Sisäilmaongelmat ovat suuri huolenaihe monessa rakennuksessa, sillä niistä voi aiheutua vakaviakin haittoja ongelmaisten tilojen käyttäjille. Sisäilmaongelmat johtuvat huoneilmassa olevista epäpuhtauksista, ilmavirroista aiheutuneesta vedosta, huonoista lämpötilaoloista, sekä vääristä painesuhteista.</p> <p>Ilmanvaihtojärjestelmän oikeanlaisella huollolla voidaan ehkäistä ja korjata sisäilmaongelmia. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa sisäilmaongelmista ja niiden korjauksista, sekä luoda ohjeet ilmanvaihdon puhdistuksia varten. Tarkoitus oli saada hyödyllinen kokonaisuus ja kattavasti tietoa ilmanvaihdon puhdistuksiin sekä sisäilmaongelmien korjauksiin.</p> <p>Opinnäytetyöni on tehty yhteistoiminnassa Espoon kaupungin kanssa, jossa tehdään noin 40–50 puhdistusta vuodessa kaupungin eri kiinteistöissä. Opinnäytetyöni sisältää tärkeimmät puhdistustöihin liittyvät asiat, joiden avulla työt voidaan suorittaa hyvien työtapojen ja tavoitteiden mukaisesti.</p>	
Avainsanat	sisäilma, ilmanvaihto, ilmanvaihdon puhdistus

Author Title	Sami Kokko Operation model for ventilation cleaning
Number of Pages Date	20 pages 27 November 2017
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor	Seppo Innanen, Senior Lecturer
<p>The aim of the final year project was to make guidelines for ventilation cleaning projects in public buildings in Espoo, to reduce health hazards caused by poor indoor air. This was done by collecting information about indoor air problems and ventilation cleanings, and then using this information to create instructions for ventilation cleaning. The aim was also to spread knowledge about indoor air problems and about how to remedy them, since they are a major concern in public buildings.</p> <p>The result of the final year project was a list of everything that is needed for ventilation cleaning, together with a set of options for indoor air problem repairs. The thesis can help reducing indoor air problems and, thus, save people's health</p>	
Keywords	indoor air, ventilation, ventilation cleaning

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ilmanvaihdon merkitys rakennuksessa	1
2.1	Viihtyvyystekijät	2
2.2	Terveystekijät	2
2.3	Viranomaiskäytäntö	3
3	Ilmanvaihdon toteutus	4
3.1	Painovoimainen ilmanvaihto	4
3.2	Koneellinen ilmanvaihto	4
3.3	Kanaviston osat	5
4	Sisäilmasto-ongelmat	6
5	Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistukset	7
5.1	Käytäntö Espoossa	7
5.2	Suunnittelu	8
5.3	Työn toteutus	8
5.4	Työmenetelmät ja puhdistuslaitteistot	9
5.4.1	Puhdistusharjat ja paineilmasuuttimet	11
5.4.2	Alipaineistuslaitteet	12
5.4.3	Suodatinyksiköt	13
5.5	Kanaviston puhdistettavuuden parantaminen	13
5.6	Kanaviston eristeet	14
5.7	Puhtauden tarkistus	16
5.8	Ilmanvaihtojärjestelmän tarkistus	16
5.9	Ilmavirtojen mittaus ja säätö	17
5.10	Raportointi	17
6	Puhdistusurakan kokonaisuus	18
6.1	Urakoitsijan valinta	18
6.2	Puhdistusurakkaan sisältyvät työt	18

6.3	Urakan valvonta	19
6.4	Työn laadun arviointi	19
7	Yhteenveto	19
	Lähteet	20

1 Johdanto

Opinnäytetyöni on tehty Espoon kaupungin taloteknisen korjausrakentamisen pyynnöstä ja se käsittelee ilmanvaihdon ja kanavapuhdistusten merkitystä rakennusten sisäilman laatuun. Työn tarkoituksena on tehdä toimintamalli ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustöihin.

Sisäilmaongelmista on nykyään tullut suuri huolenaihe monissa rakennuksissa, sillä sisäilman laadulla on huomattu olevan vaikutusta ihmisten terveyteen. Suomessa monissa julkisissa rakennuksissa, kuten myös Espoossa, on sisäilmaongelmia, jotka johtuvat erilaisista ilman epäpuhtauksista tai puutteellisesta ilmanvaihdosta. Sisäilmaongelmien korjauksiin panostetaan Espoossa paljon, ja ne ovat iso osa tämänhetkisiä korjaushankkeita.

Ilmanvaihdon puhdistukset suoritetaan Espoon kaupungin kiinteistöissä vuosiohjelmaan kuuluvina viiden vuoden välein. Työt tilataan kilpailutuksen kautta eri urakoitsijoilta. Puhdistettavia kohteita on vuosittain noin 40-50 kappaletta. Puhdistusurakoista on aiheutunut erilaisia ongelmia, koskien työn laatuun, sisältöön ja oikeanlaisiin työtapoihin.

Opinnäytetyöni käsittelee sisäilmaongelmien syitä ja seurauksia, sekä ilmanvaihtojärjestelmän vaikutusta niihin. Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda ohjeita sekä uusi toimintamalli Espoon kaupungin käytettäväksi vuosiohjelmaan kuuluvia ilmanvaihdon puhdistuksia varten.

2 Ilmanvaihdon merkitys rakennuksessa

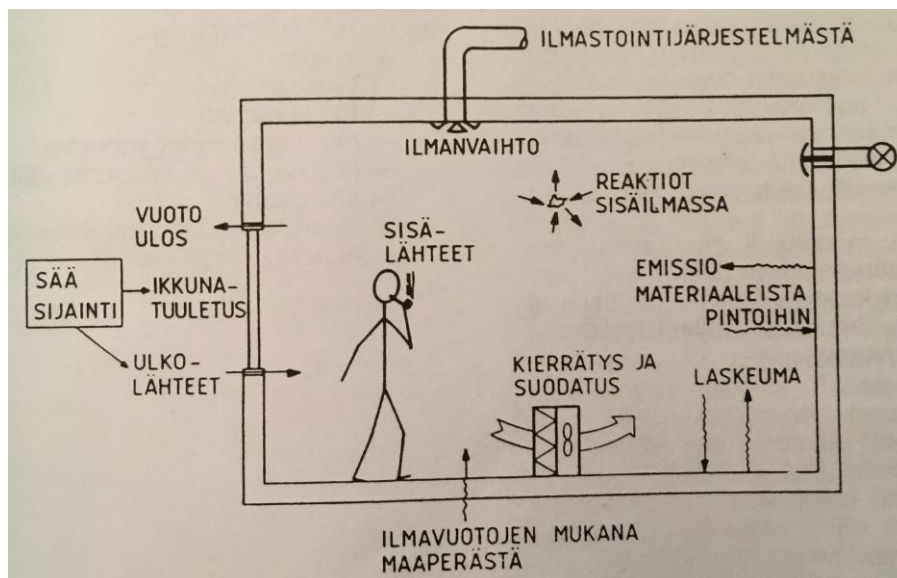
Ilmanvaihto on erittäin tärkeä osa kiinteistöjä ja talotekniikkaa. Hyvä sisäilman laatu parantaa tilan käyttäjän viihtyvyyttä ja työtehokkuutta sisätiloissa. Ilmanvaihdolla tarkoitetaan sisäilmaston koneellista hallintaa poistamalla sisäilmasta epäpuhtauksia, sekä tuomalla puhdasta korvausilmaa huoneisiin ja tiloihin. Sisäilmasto vaikuttaa voi myös rakenteiden kuntoon, esimerkiksi liian kylmä sisäilma voi aiheuttaa kosteuden jäämistä pintoihin ja rakenteisiin. Rakennusten sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevat määräykset ovat nähtävissä Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2. (1, s. 11; 3, s. 3.)

2.1 Viihtyvyystekijät

Sisäilmastoon vaikuttaa kaksi tekijää: ilmanlaatu ja lämpötila. Ilmanlaatuun vaikuttaa ilmanvaihdon tehokkuus poistaa epäpuhtauksia suhteessa puhtaaseen ilmaan. Lämpötilaloloihin vaikuttaa lämmitys-, ja jäähdytysjärjestelmät, sekä ulkoiset ja sisäiset lämpökuormat. Ilmanvaihdolla voi myös olla merkitystä lämpöoloihin. Näiden lisäksi ihmisten viihtyvyyteen vaikuttaa oleskelualueella oleva ilman kosteus ja nopeus. Oleskelualueeksi kutsutaan ihmisen tyypillistä liikkuma-aluetta huoneistossa. (1, s. 11; 3, s. 14.)

2.2 Terveystekijät

Huono sisäilma voi olla vaaraksi ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille. Sisäilmaan voi päästä erilaisia epäpuhtauksia esimerkiksi ulkoilmasta, rakennus- tai sisustusmateriaaleista tai tilassa tapahtuvasta toiminnasta (kuva 1). Suurin osa terveysriskeistä on enemmänkin henkilöiden kokemia haittoja kuten: vedon tunne, tunkkaisuus tai epämiellyttävät hajut. (1, s. 11; 3, s. 31)



Kuva 1. Sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä (3, s. 31)

Ihmiselle terveyshaittoja aiheuttavat epäpuhtaudet on aina huomioitava. Tällaisia ovat ainakin

- radon

- tupakansavu
- formaldehydi
- hiukkasmaiset ja biologiset epäpuhtaudet
- allergeenit
- muut orgaaniset yhdisteet
- epäorgaaniset kaasut.

Kaikki epäpuhtaudet huonontavat viihtyvyyttä sekä aiheuttavat henkilöille erilaisia oireita raja-arvojen (kuva 2) ylittyessä. (3, s. 31–46; 2, s. 15.)

Epäpuhtaus	Yksikkö	Suunnittelun ohjearvo Pitoisuus enintään
Ammoniakki ja amiinit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20
Asbesti	kuitua/ cm^3	0
Formaldehydi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Hiilimonoksidi	mg/m^3	8
Hiukkaset PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Radon	Bq/m^3	200 (vuosikeskiarvo)
Styreeni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1

Kuva 2. Sisäilman epäpuhtauksien raja-arvot (4).

2.3 Viranomaiskäytäntö

Uudisrakentamisessa tai vanhan rakennuksen peruskorjauksissa on aina noudatettava Suomen rakentamismääräyskokoelmia. Ilmanvaihdon ja sisäilmaston kannalta tärkein osa on D2, jossa annetaan yleiset määräykset ilmanvaihdon suunnitteluun sekä toteutukseen. Vuonna 2003 rakentamismääräyskokoelman osaan D2 lisättiin myös määräykset ilmanvaihtojärjestelmän puhtaudesta, huollettavuudesta ja energiatehokkuudesta. Määräykset ovat velvoittavia, mutta niissä annetaan yleensä vain tavoitteelliset vaatimukset ja vain harvoin lukuarvoja tai teknisiä ratkaisuja. (1, s. 13–14.)

Sosiaali- ja terveysministeriö julkaisi vuonna 2003 Asumisterveysohjeen, jossa annetaan ohjeita terveydensuojeluviranomaisen tehtäviin, jota voidaan käyttää erityisesti asunnon-tarkastuksissa. Ohjetta voidaan myös osin käyttää muiden oleskelutilojen, kuten oppi-, hoito- ja huoltolaitosten terveydellisten olojen arviointiin. Ohje soveltuu myös rakentajien,

kuntotutkijoiden ja korjaajien käyttöön. Sen avulla voi esimerkiksi tutkia, asunnossa esiintyvää mikrobiologisen kasvuston määrää, josta voi päätellä voiko siitä aiheutua terveyshaittoja. Nykykäsityksen mukaan terveyshaittoja ei pitäisi tapahtua, jos epäpuhtaudet ovat alle raja-arvojen. Ihmisten välillä on kuitenkin yksilöllisiä eroja. (5, s. 3.)

Vuonna 2001 sisäministeriö julkaisi ”painovoimaisesti tai koneellisesti ilmaa vaihtavien ilmanvaihtolaitteistojen sekä kammioiden, puhaltimien, paloeristeiden, palorajoittimien ja muiden ilmanvaihtolaitteistoon kuuluvien paloturvallisuuteen vaikuttavien laitteiden ja ilmanvaihtokanavien puhdistamista” koskevan asetuksen (7).

3 Ilmanvaihdon toteutus

3.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä huoneiston ilma vaihtuu nostevoiman vaikutuksesta, joka syntyy kylmän ulkoilman ja lämpimän sisäilman tiheyserosta. Tuulenvoimakkuus vaikuttaa myös painovoimaiseen ilmanvaihtoon. Ilmavirrat vaihtuvat sääolojen mukaan, joten sisäilmaa on vaikea hallita. Painovoimainen ilmanvaihto on ollut erittäin suosittu pientaloissa ja kerrostaloissa 1960-luvulle asti, koska se on helppo ja edullinen toteuttaa. (3, s. 209.)

3.2 Koneellinen ilmanvaihto

Rakennus voidaan toteuttaa pelkällä koneellisella poistoilmanvaihdoilla, jolloin korvausilma tulee ulkoilmasta rakennuksen vaipan vuodoista sekä korvausilmaventtiileistä. Pelkän poistoilmanvaihdon heikkoutena on se, että tuloilmaa ei lämmitetä eikä kunnolla suodateta, jolloin se voi aiheuttaa kylmyyttä, vedon tunnetta ja epäpuhtauksia sisäilmaan. Käyttäjä voi joutua talvella laittamaan korvausilmaventtiilit kiinni, jolloin asunnon ilmanvaihto heikkenee huomattavasti. (3, s. 215.)

Koneellisesti toteutettu tulo- ja poistoilmajärjestelmä tehdään nykyään lähes kaikkiin rakennuksiin. Tuloilmakone puhalttaa tiloihin suodatettua ja lämmitettyä tai jäähdytettyä ulkoilmaa. Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ansiosta rakennuksen vaippa voidaan tehdä tiiviiksi ja ilmamääriä pystytään säätämään tilaan sopiviksi. Järjestelmään

asennetaan yleensä myös lämmöntalteenotto, jolloin poistoilmasta saadaan lämpöä hyödynnettäväksi tuloilmaan. (3; s. 216.)

3.3 Kanaviston osat

Ilmavirtoja säädetään kanavistossa säätöpelleillä ja lopulta huonetilassa päätelaitteilla. Automaattista säätöä varten voidaan asentaa säätöpelti, jossa on kauko-ohjauksella tai automaattisesti toimiva säätölaite (kuva 3), jonka avulla ilmavirta saadaan pysymään tasaisena. Käsinsäädettävillä säätöpelleillä (kuva 4) saadaan säädettyä halutut ilmamäärät eri osiin kanavistoa, eikä niitä tarvitse säätää jälkeinpäin, mikäli järjestelmään ei tehdä muutoksia. Palopelleillä (kuva 5) osastoidaan kanavisto ja estetään tulipalon leviäminen kanavistoa pitkin. (3, s. 107–109.)



Kuva 3. Säätöpelti BDEP, toimilaitteella, Fläkt Woods



Kuva 4. liris pelti DIRU, Lindab



Kuva 5. Palopelti ETPR EI60 manuaalinen, Fläkt Woods. Kahvan ollessa kanavan suuntaan, palopelti on auki.

4 Sisäilmasto-ongelmat

Puhdas ja terveellinen sisäilma on edellytys niin oppimiselle kuin työskentelylle. Koulujen ja päiväkotien sisäilmasto-ongelmat ovat olleet paljon esillä Espoon kaupungin korjaushankkeissa. Sisäilman laatuun vaikuttaa erityisesti ilmanvaihto ja epäpuhtauksien lähteet. Tyypillisiä epäpuhtauksia ovat huonosta ilmanvaihdosta tai vesivahingoista syntyneet mikrobikasvustot, likainen ilmanvaihtojärjestelmä, viemärinhajut, materiaali päästöt

ja mineraalikuidut. Sisäilmasto-ongelmia voi olla vaikea selvittää, sillä epäpuhtauksien lähteitä on useita. Sisäilmaongelmat havaitaan useimmiten silloin kun rakennuksen käyttäjät alkavat oireilla ja niihin on syytä suhtautua vakavasti. (6, s. 7.)

Sisäilmaston epäpuhtauksia saadaan vähennettyä tehostamalla ilmanvaihtoa. Tämä ei kuitenkaan poista itse ongelmaa, eli epäpuhtauden lähdettä. Ilmanvaihto vaikuttaa myös rakennuksen ilmakiertoon ja epäpuhtauksien siirtymiseen tilojen välillä. Alipaineinen rakennus voi esimerkiksi ottaa korvausilmaa seinien kautta rakennuksen alapohjasta, jolloin sisäilmaan pääsee paljon epäpuhtauksia. Ongelma voidaan ratkaista tekemällä rakennuksesta ylipaineinen, mutta silloin rakennuksessa oleva kosteus ei poistu yhtä tehokkaasti. Ilmanvaihdon oikeanlainen säätö onkin erittäin tärkeää, jotta rakennuksissa olisi terveellinen sisäilmasto. Korjaus- ja huoltotöiden, kuten ilmanvaihdon puhdistusten jälkeen, ilmanvaihto pitää tarkastaa ja mahdollisesti säätää suunniteltuihin arvoihin. (6, s. 7.)

Usein ongelmista voi koitua suuret korjaustyöt, jotka vievät aikaa ja voivat vaikeuttaa tilojen käyttöä. Korjaukset ovat suurimmilta osin rakennusteknisiä, kuten esimerkiksi vesivahingon aiheuttamat vauriot. Yleisiä korjaustapoja ovat rakenteiden kuivatus ja tiivistys, sekä halkeamien ja aukkojen paikkaus. Talotekniikka tarkistetaan ja tarvittaessa tehdään korjauksia tai säätöjä rakennusteknisten korjausten yhteydessä. Sisäilmaongelmien jatkuessa korjausten jälkeenkin, rakennuksen käyttäjät voidaan siirtää väistötiloihin, jotta huono sisäilmasto ei aiheuttaisi haittaa heidän terveydelleen. Tämän jälkeen rakennuksessa tehdään laajemmat tutkimukset, sekä sisäilmaongelman syy selvitetään ja korjataan, ennen kuin tilat voidaan ottaa takaisin käyttöön. (5, s. 61–74.)

5 Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistukset

5.1 Käytäntö Espoossa

Käytössä olevat ilmanvaihtojärjestelmät tulee puhdistaa Sisäasianministeriön asetuksen (802/2001) mukaan. Espoon kiinteistöjen ilmanvaihtokanavat, kanaviston osat, laitteet ja koneet puhdistetaan viiden vuoden sykleissä. Puhdistuksia tehdään Espoon kaupungin vuosiohjelman mukaan, joka suunnitellaan aina edellisen vuoden loppuun mennessä, tai osana korjausurakoita. Puhdistustöitä on vuosittain noin 40–50, ja ne teetetään Espoon kaupungin sopimusurakoitsijoilla suurimmaksi osin kesän aikana.

Tähän asti joidenkin puhdistustöiden jälkeen on esiintynyt ongelmia ilmanvaihdossa, jotka ovat johtuneet esimerkiksi kiinniolevista säätö- ja palopelleistä, sekä muuttuneista päätelaitteiden säädöistä. Joissakin tapauksissa osia kanavistosta on jäänyt puhdistamatta.

Pelkkien puhdistustöiden sijaan voitaisiin tehdä laajempi ilmanvaihtojärjestelmän huolto, jolloin koko järjestelmä tarkistetaan, puhdistetaan ja lopuksi säädetään oikeisiin ilmäisiin pelkän kanaviston nuohouksen sijaan. Tämä vaatii kuitenkin enemmän työtunteja, jolloin urakat tulevat maksamaan enemmän, mutta puhdistustöistä ei koituisi niin paljoa lisätöitä.

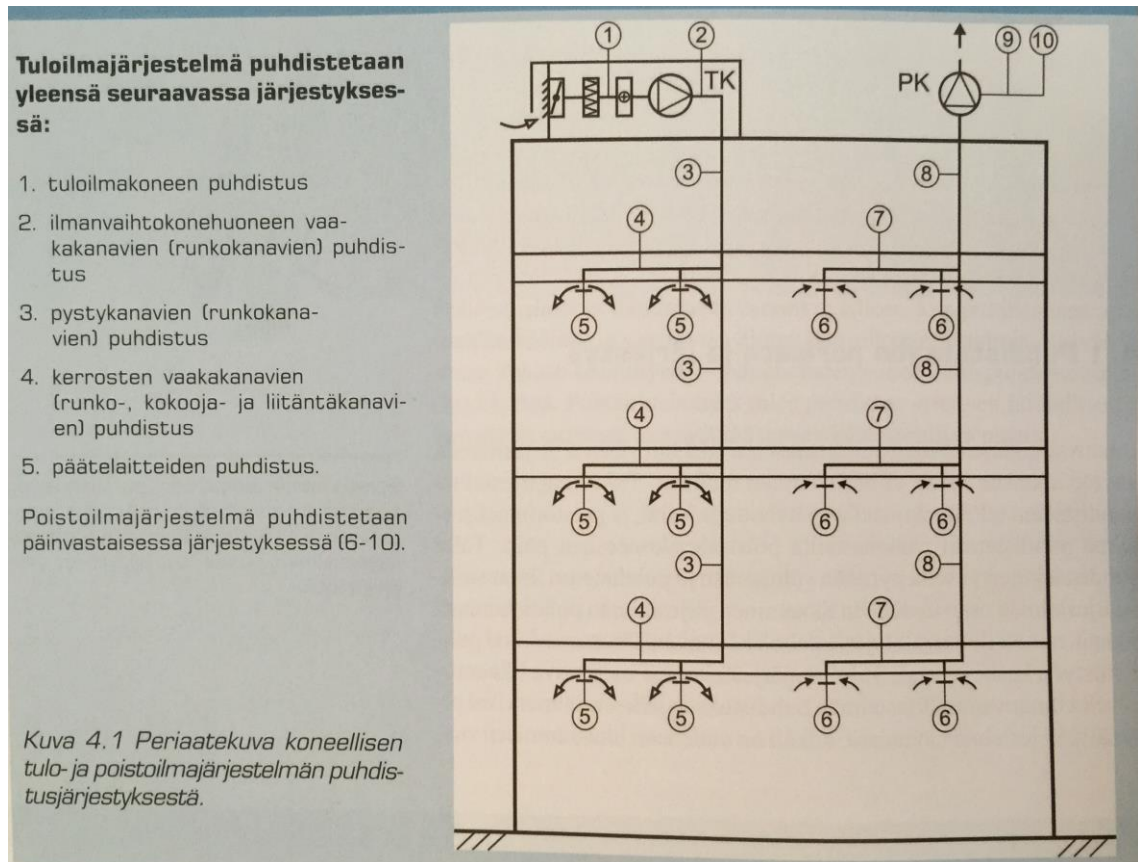
5.2 Suunnittelu

Ilmanvaihdon puhdistustyö on jokaisessa kiinteistössä omanlaisensa. Ilmanvaihto on toteutettu eri tavoin ja erilaisilla osilla sekä laitteilla. Suunnitelmat voivat myös poiketa toteutetusta ilmanvaihtojärjestelmästä, joten työmaavierailu ennen töiden aloittamista on kannattavaa. Puhdistusten suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota kohteen toiminnallisiin ja rakenteellisiin suojauksiin, ettei kanavistosta irtoava pöly leviäisi kiinteistöön tai työnteko jättäisi jälkiä pintoihin. Päätelaitteet sekä kanavat voivat olla korkealla, joten puhdistajien tulee noudattaa erityistä varovaisuutta ja työturvallisuusohjeita. Työmaavalvojan tulee tarvittaessa huomauttaa mahdollisista rikkomuksista. Urakoitsijan kanssa voidaan myös sopia kanaviston puhtauden tavoitetaso (esimerkiksi kanaviston yksittäinen pölykertymä ei saa ylittää $0,5 \text{ g/m}^2$). Puhdistettavaan kiinteistöön suunnitteilla olevat muut pölyä aiheuttavat työt (esimerkiksi purku, hionta tai sahaus) tulee tehdä ennen Ilmanvaihdon puhdistuksia. (1, s. 38–41.)

5.3 Työn toteutus

Kiinteistön puhdistusaikavälin määrittelee Sisäministeriön asetus (802/2001). Puhdistustyöt toteutetaan silloin, kun siitä on vähiten haittaa kiinteistön käyttäjille, esimerkiksi opilaitosten ilmanvaihdon puhdistukset tehdään kesälomien aikaan. Rakennuksen ilmanvaihto pysäytetään puhdistuksien ajaksi. Puhdistuksissa tulee yleensä edetä virtaus suunnan mukaan, eli tuloilmakoneelta puhdistetaan päätelaitteeseen kohti ja poistoilmajärjestelmän päätelaitteelta poistoilmakoneeseen päin (kuva 6). Kanavistot puhdistetaan

tarkoituksenmukaisilla välineillä. Koneet ja päätelaitteet puhdistetaan valmistajan ohjeiden mukaan. (1, s. 59–63.)



Kuva 6. Periaatekuva koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän puhdistusjärjestyksestä (1, s. 60)

5.4 Työmenetelmät ja puhdistuslaitteistot

Koneelliset ilmanvaihtojärjestelmät vaativat erityisiä vaatimuksia puhdistustyön menetelmille. Kuivapuhdistuksessa käytetään yleisimmin mekaanista puhdistusta harjalla, kun taas märkäpuhdistukseen soveltuu esimerkiksi korkeapainepesu, käsinpesu tai desinfiointi. Kuivapuhdistusta käytetään kanavistoissa, joissa lika irtoaa helposti kanavan pinnasta, kuten pölyn irrottamisessa. Märkäpuhdistusta käytetään yleensä esimerkiksi grillien tai keittiöiden ilmanvaihtokanaviston puhdistukseen, jotta kanavistoon kertynyt rasva ja lika saadaan poistettua. (1, s. 42–43.)

Puhdistuksessa irtoava lika ohjataan alipaineysikön tuottamalla ilmavirralla suodatinyksikköön, josta se ohjataan ulkoilmaan (kuva 7). Vaakatasossa olevat runkokanavat ali-

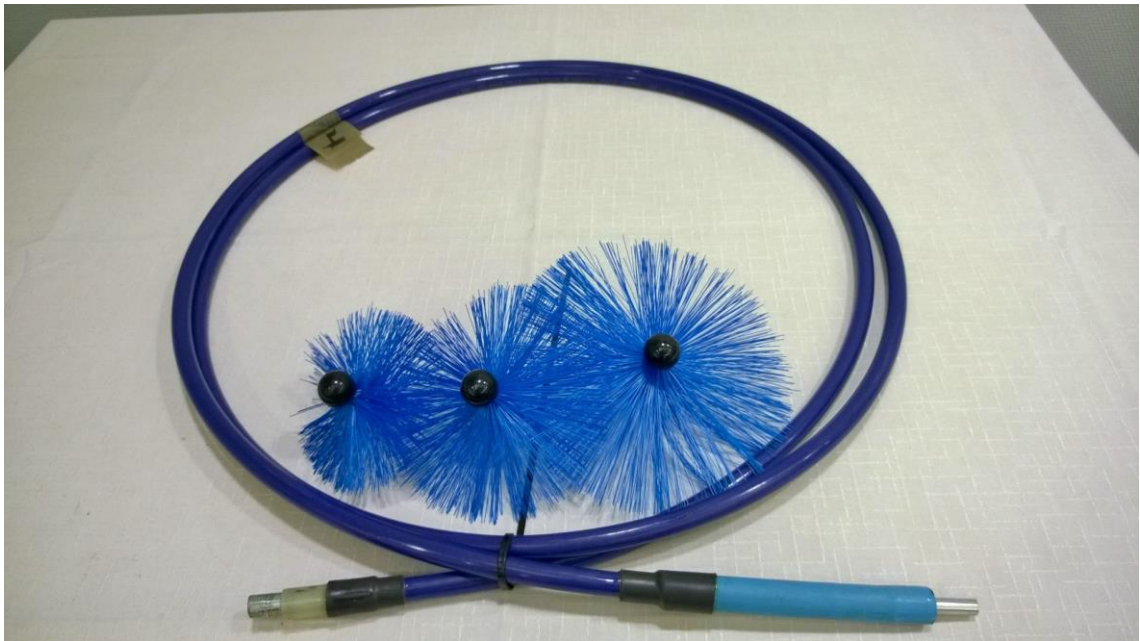
5.4.1 Puhdistusharjat ja paineilmasuuttimet

Suomessa suosituin ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustapa on mekaaninen harjaus, mutta paineilmapuhdistusta käytetään myös joissain tapauksissa. Harjaus on hyvä vaihtoehto erityisesti silloin, kun kanavistossa on vain kuivaa likaa kuten pölyä, sekä kanaviston materiaali on metallia. Harjaa ohjataan kanavistossa vaijerin avulla ja se on liitetty voimanlähteeseen, joka on yleisimmin puhdistus- tai porakone. Paineilmapuhdistus on tehokas muovikanavien puhdistukseen. Saatavilla on myös puhdistuslaite, jossa on mekaaninen harja sekä paineilmasuutin. Kaikilla puhdistusmenetelmillä on kuitenkin mahdollista saavuttaa vaadittu puhtaustaso, jossa pölykertymä on $<0,5 \text{ g/m}^2$. (1, s. 47.)

Mekaaniseen puhdistukseen käytettävä harjas (kuva 9) valitaan kanaviston koon, materiaalin, muodon ja epäpuhtauden perusteella (kuva 8). Pyöreissä kanavistoissa käytettävät harjakset tulevat olla 5–200 millimetriä suurempia kuin kanaviston halkaisija. Suorakaidekanavistojen puhdistukseen on käytettävissä siihen tarkoitettuja harjaksia tai puhdistusrobotteja. Harjaksen materiaali valitaan puhdistettavan epäpuhtauden mukaan. Harjas tulee olla sellaista materiaalia, että se ei vahingoita kanavistoa tai sen osia. Yleisimmin käytettyjä harjasten materiaaleja ovat nylon ja polypropyleeni. (1, s. 47–48.)

Kanavan halkaisija (mm)	Harjan halkaisija (mm)	Tyypillinen kanava omakotitalossa	Tyypillinen kanava asuinkerrostalossa	Tyypillinen kanava toimistorakennuksessa
100	105–120	Liitântäkanava	Liitântäkanava	Liitântäkanava
125	130–150	Liitântäkanava	Liitântäkanava	Liitântäkanava
160	170–190	Runkokanava	Kokoojakanava	Liitântäkanava
200	220–240		Runkokanava	Liitântäkanava
250	270–290		Runkokanava	Kokoojakanava
315	335–360...400			Kokoojakanava
400	420–450...500			Kokoojakanava
500	520–560...600			Runkokanava
630	650–700...800			Runkokanava
800	830–900...1000			Runkokanava

Kuva 8. Puhdistusharjan koon valinta kanaviston koon mukaan (1, s. 49)



Kuva 9. Porakonevaijerisetti Kimrok Oy.

5.4.2 Alipaineistuslaitteet

Alipaineistuslaitteen toiminnan varmistamiseksi olisi parasta sijoittaa laite puhdistuslaitteistoon suodatinyksikön jälkeen, jotta alipaineyksikkö ei vaurioituisi liasta ja pölystä. Suodatinyksikön aiheuttama suuri paine-ero tulee huomioida alipaineyksikön tehossa, jotta se tuottaa tarpeeksi ilmapirtaa puhdistusta varten. (1, s. 43–44.)

Alipaineistuslaitteiden yleisvaatimukset

- riittävä paine-eron tuotto
- riittävä tilavuusvirta
- tilavuusvirran säätömahdollisuus
- kiinteät ja kalibroidut tilavuusvirran mittauslaitteet
- tiiviystestattu
- tiiviit imuputket
- tiiviit imuputkien liitokset suodatinyksikköön ja ulkoilmaan
- imu- ja ulosvirtausaukkojen suojatulpat (myös imuputkistoihin)
- paino ja koko (käsiteltävyys)

- toimintavarmuus
- huolto- ja avaraosien saatavuus
- riittävä äänenvaimennus
- turvallisuus
- CE-merkintä. (1, s. 46.)

5.4.3 Suodatinyksiköt

Suodatinyksikkö voi olla liitetty puhdistuslaitteistoon erillisenä yksikkönä tai se voi olla yhdistettynä alipaineistussyksikköön. Suodatinyksikön tulee täyttää suodatinluokka- ja suodattimen pinta-alavaatimukset. Suodatinyksikössä tulee olla esisuodatin luokkaa G3-F5 sekä loppusuodatin luokkaa F7-H14. Yleisenä sääntönä on, että jos suodatinyksikkö sijaitsee puhdistuksen ajan sisätiloissa, niin suodattimien luokka tulee olla vähintään kaksi luokkaa kiinteistön tuloilmakoneen suodatinta korkeampi. Suodatinyksikön likaisien suodattimien vaihdossa tulee noudattaa varovaisuutta, jotta lika ei leviäisi ympäristöön. Suodatinyksikön tuottama jäteilma ohjataan ulkoilmaan niin, että se ei aiheuta haittaa ympäristölle eikä ihmisille.

5.5 Kanaviston puhdistettavuuden parantaminen

Ilmanvaihtokanaviston puhdistettavuuden mahdollistamiseksi kanavistossa pitää olla tarpeeksi puhdistusluukkuja (kuva 10), sekä kiinteistön alakattorakenteiden tulee mahdollistaa pääsy puhdistusluukkuihin. Puhdistustyön laadun varmistamiseksi ilmanvaihtokanavan sisäpinnan on puhdistuksen aikana oltava näkyvillä. Puhdistustyön aikana tulee tehdä tarvittavat puhdistusluukut, alipaineyhteet kanavistoon sekä oikean kokoiset huoltoluukut alakattoihin. (1, s. 53.)

Huoltoluukkujen tekemiseen on annettu selkeä ohje Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2:

Alakattoihin tehdään vähintään 500 mm x 500 mm:n kokoinen, selkeästi merkitty, irrotettava tai avattava osa huollettavien ilmanvaihtolaitteiden ja puhdistusluukkujen kohdalle. (4, s. 21.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on ohjeet myös puhdistusluukkuja varten:

Ilmakanavat ja kammiot varustetaan riittävällä määrällä tarpeeksi suuria puhdistusluukkuja siten, että puhdistustyö on mahdollista. Puhdistusluukkujen paikka ja tyyppi valitaan siten, että puhdistustyö voidaan tehdä helposti ja turvallisesti. (4. s. 20.)

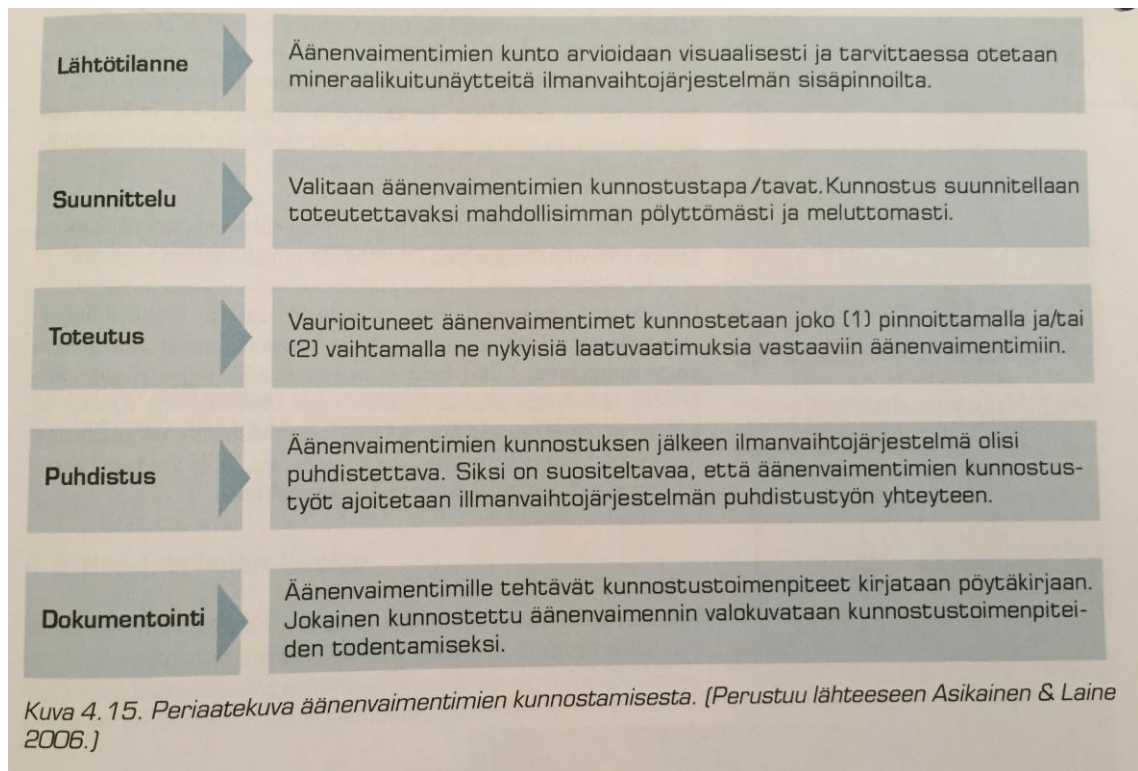
Puhdistusluukkujen tekemiseen tulee valita siihen tarkoitettut työvälineet. Koneellisesti puhdistusluukun voi tehdä esimerkiksi peltileikkurilla, tai käsin se onnistuu peltisaksilla. Kulmahiomakoneen käyttöä tulee välttää, koska sillä työskentely on tulityötä. (1, s. 53.)



Kuva 10. Ilmanvaihtokanavan puhdistusluukku.

5.6 Kanaviston eristeet

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustöiden alussa ja aikana tarkistetaan ilmanvaihtojärjestelmän ääni-, lämpö ja paloeristysten kunto. Huonokuntoiset eristeet kanaviston sisällä voivat aiheuttaa epäpuhtauksia hengitysilmaan. Huonokuntoiset lämpöeristeet kanaviston pinnalla voivat aiheuttaa kosteuden kondensoitumista kanaviston pinnalle. Vanhoja mineraalivillaeisteitä löytyy usein äänenvaimentimista tai päätelaitteista (kuva 12). Vanhat eristeet voidaan pinnoittaa, mutta osat on hyvä uusita kokonaan, mikäli se on mahdollista (kuva 11). (1, s. 71–73.)



Kuva 11. Periaatekuva äänenvaimentimien kunnostamisesta. (1, s. 73)



Kuva 12. Päätelaitteissa ja äänenvaimentimissa voi olla mineraalivillaa. (Saken IV-puhdistus Oy)

5.7 Puhtauden tarkistus

Puhdistustyön jälkeen ilmanvaihtokanavisto tarkistetaan, jotta todetaan työn olleen halutun laadun mukaista (kuva 13). Tarkistus on tehtävä puolueettomasti. Tarkastuspisteet valitaan kuvien avulla siten, että jokaista alkavaa 200 metriä vaakakanavaa kohden on vähintään yksi tarkastuspiste. Pisteitä tulee olla kuitenkin vähintään viisi, vaikka kanaviston pituus ei sitä edellyttäisikään. Ilmanvaihtokoneet, patterit ja suodattimet tarkistetaan myös puhdistusten osalta. (1, s. 27.)



Kuva 13. Poistoilmakanava ennen ja jälkeen puhdistuksen (Saken IV-puhdistus Oy)

5.8 Ilmanvaihtojärjestelmän tarkistus

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustöihin kuuluu myös järjestelmän toiminnan tarkastus. Sisäministeriön asetuksen (802/2001) mukaan puhdistuksen yhteydessä tulee tarkastaa järjestelmän tiiveys sekä palorajoittimien toiminta. Puhdistuksen yhteydessä voidaan tarkastaa myös järjestelmässä olevien laitteiden toiminta. Havaitut puutteet korjataan ja niistä raportoidaan. (1, s. 32.)

5.9 Ilmavirtojen mittaus ja säätö

Ilmavirtojen mittauksien tarkoituksena on varmistua siitä, että ilmavirrat ovat suunnitelmien mukaiset. Liian alhaiset ilmavirrat heikentävät sisäilman laatua, kun taas liian suuret ilmavirrat voivat aiheuttaa vedon tunnetta, sekä turhaa energian kulutusta. Tulo- ja poistoilmavirtojen on myös syytä olla tasapainossa, jottei tila olisi liiaksi ali- tai ylipaineinen. Ilmavirrat tulee tarkistaa ja säätää ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustyön jälkeen, koska työstä johtuen esimerkiksi venttiileiden ja säätöpeltien säätöasennot ovat voineet muuttua. (1, s. 95.)

5.10 Raportointi

Raportointi on olennainen osa ilmanvaihdon puhdistustöitä. Puhdistustöistä tulee laatia aina puhdistuspöytäkirja, jonka sisältö on määritelty Sisäministeriön asetuksessa (802/2001):

6 §

Puhdistuspöytäkirjan sisältö

Puhdistuspöytäkirjaan on merkittävä:

- 1) kohteen tiedot;
- 2) työn suorittaja;
- 3) työsuorituksen ajankohta;
- 4) tehdyt puhdistustoimenpiteet ja niiden laajuus;
- 5) työmenetelmät
- 6) havaitut puutteet ja tehdyt korjaukset.

Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistaminen voidaan merkitä kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeeseen. (7)

Puhdistuspöytäkirjasta annetaan kopio kiinteistönhoitajalle. Puhdistuspöytäkirjan lisäksi urakasta tehdään puhdistusraportti, jossa esitetään urakan aikana otetut video- ja valo-

kuvaukset, sekä kaikki työn aikana havaitut ilmanvaihtojärjestelmän poikkeamat ja tehdyt muutostyöt. Puhdistusraportti on tarkoitettu kiinteistön ylläpidosta vastaavalle taholle. Puhdistusraportti auttaa myös jatkossa kiinteistössä tehtävissä ilmanvaihtoon liittyvissä puhdistus- ja korjaustöissä. (1, s. 79–80.)

6 Puhdistusurakan kokonaisuus

6.1 Urakoitsijan valinta

Ilmanvaihdon puhdistustöihin valitaan urakoitsijoita, jotka ovat luotettavia, ammattitaitoisia sekä pystyvät suorittamaan kaikki urakoihin sisältyvät työt. Urakoitsijat kilpailutetaan hinnan mukaan ottaen huomioon laatutekijät, jotka vaikuttavat työn laatuun ja urakoitsijan kykyyn suorittaa urakka suunnitellusti. Urakoitsijat valikoituvat tarjousten perusteella, jonka takia tarjouspyyntö pitäisi pystyä laatimaan niin, että hinta-laatusuhde olisi tilaajan kannalta mahdollisimman hyvä.

6.2 Puhdistusurakkaan sisältyvät työt

Puhdistusurakkaan tulisi aina sisältyä vähintään seuraavat työvaiheet:

- työalueen pintojen ja irtaimiston suojaus
- tulo- ja poistoilmakoneiden puhdistus
- ilmanvaihtokoneiden kulutusosien tarkistus ja vaihto
- kammioiden puhdistus
- pattereiden puhdistus
- lämmönsiirtimien puhdistus
- LTO-järjestelmän puhdistus
- suodattimien vaihto
- kanavapintojen mekaaninen harjaus
- mineraalivillalähteiden kartoitus
- päätelaitteiden puhdistus (pesu)

- kanavien tiiveyden ja palorajoittimien toiminnan tarkastus
- ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärien tarkastus ja mahdollinen säätö
- tilojen ali- tai ylipaineellisuuden tarkistus pistokokein
- ilmanvaihtojärjestelmän käyntiaikojen, sekä automatiikan tarkastus
- jälkisiivous
- raportointi.

6.3 Urakan valvonta

Työn aikana tilaajan edustaja vierailee aina tarvittaessa työmaalla ja tarkistaa, että urakka sujuu suunnitellusti. Urakoitsija pitää omavalvontapöytäkirjaa, jotta kaikki urakkaan liittyvät asiat tulee suoritettua.

6.4 Työn laadun arviointi

Puhdistustyön laatu tarkastetaan silmämääräisesti, sekä kanavistosta otettavin pistokokein. Ilmanvaihtojärjestelmän automatiikan toiminta varmistetaan sekä urakoitsijan kanssa käydään läpi tehdyt muutokset, sekä mahdollinen opastus suoritetaan kiinteistön käyttäjille. Urakan jälkeen urakoitsija raportoi tehdystä työstä ja ilmanvaihtojärjestelmään tehdyistä muutoksista.

7 Yhteenveto

Ilmanvaihtojärjestelmällä on suuri vaikutus rakennusten hyvään sisäilmaan. Sisäilmaongelmat ovat usein vaikeasti selvitettäviä, sekä voivat koostua monesta eri ongelmasta. Tärkeää olisi aina löytää ongelmien lähde, koska muuten sisäilmaongelmaa ei saada korjattua.

Opinnäytetyöstäni saa tietoa ja ohjeita ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden ylläpitoon, sekä tietoa sisäilmaongelmien luonteesta. Työstä löytyvät myös tärkeimmät komponentit, joista ilmanvaihtojärjestelmien puhdistustyöt koostuvat.

Lähteet

- 1 Holopainen, R., Pasanen, P., Railio, J. Säteri, J. & Virranta, P. 2008. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus. Keuruu. Otavan Kirjapaino Oy.
- 2 Korkala, Tapio. 2016. Ilmastointi – hoito ja huolto. Helsinki. Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- 3 Seppänen, Olli. 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Espoo. Suomen LVI-liitto.
- 4 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma, D2. Helsinki. ympäristöministeriö.
- 5 Asumisterveysohje. 2003. Helsinki. Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 6 Asikainen, Vesa. 2008. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen OSA 1. Espoo. Opetushallitus.
- 7 Sisäasianministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta (802/2001). 2001. Verkkoaineisto. Finlex. < <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010802>>. Luettu 19.4.2017